

【特許請求の範囲】

【請求項 1】 所定周波数の交流信号によって交番磁界を発生する磁界発生手段と、前記交番磁界内を通過する物品による磁束変化に対応した検出信号を出力する磁束変化検出手段と、前記磁界発生手段の交流信号と同一の繰り返し周波数で振幅が周期変化する信号を出力する信号発生回路と、前記信号発生回路からの出力信号を所定の直流電圧と比較するコンパレータと、前記所定の直流電圧または前記信号発生回路からの出力信号のバイアス電圧を、位相データに応じて可変する電圧可変手段と、前記コンパレータの出力パルスに同期し、該出力パルスと同一周波数のデューティ比 1 対 1 の矩形波信号を出力するタイマ回路と、前記磁束変化検出手段からの検出信号を、前記タイマ回路からの矩形波信号によって同期検波する検波回路と、前記検波回路からの検波出力に基づいて、前記物品に含まれる金属の有無を判定する判定手段とを備えた金属検出装置。

【請求項 2】 所定周波数の基準信号を $2N$ (N は整数) 分周した周波数の交流信号によって交番磁界を発生する磁界発生手段と、前記交番磁界内を通過する物品による磁束変化に対応した検出信号を出力する磁束変化検出手段と、前記基準信号と同一の繰り返し周波数で振幅が周期変化する信号を出力する信号発生回路と、前記信号発生回路からの出力信号を所定の直流電圧と比較するコンパレータと、前記所定の直流電圧または信号発生回路からの出力信号のバイアス電圧を、位相データに応じて可変する電圧可変手段と、前記コンパレータの出力パルスを $2N$ 分周して、デューティ比 1 対 1 の矩形波信号を出力する分周器と、前記磁束変化検出手段からの検出信号を、前記分周器からの矩形波信号によって同期検波する検波回路と、前記検波回路からの検波出力に基づいて、前記物品に含まれる金属の有無を判定する判定手段とを備えた金属検出装置。

【請求項 3】 所定周波数の交流信号によって交番磁界を発生する磁界発生手段と、前記交番磁界内を通過する物品による磁束変化に対応した検出信号を出力する磁束変化検出手段と、任意の位相データに対応した時間データを設定する時間データ設定手段と、前記磁界発生手段の交流信号と同一周波のパルス信号を受け、該パルス信号の一方のレベルへの状態遷移時点から、前記時間データ設定手段の時間データ分遅れた第一のタイミングに、出力パルスのレベルを一方のレベルにセットするセット手段と、前記第 1 のタイミングから前記パルス信号半周期分の時間だけ遅れた第 2 のタイミングに、前記セットされた出力パルスのレベルを他方のレベルにリセットするリセット手段と、前記セット手段およびリセット手段によってセット、リセットされる前記出力パルスによって、前記磁束変化検出手段からの検出信号を同期検波する検波回路と、前記検波回路からの検波出力に基づいて、前記物品に含まれる金属の有無を判定する判定手段

とを備えた金属検出装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【産業上の利用分野】 本発明は、交番磁界内を通過する物品による磁束変化を検出することにより、物品に含まれる金属の有無を判別する金属検出装置に関する。

【0002】

【従来の技術】 物品内に混入された金属を非接触に検出するために、交番磁界内に物品を通過させて、その磁界変化により金属の有無を判別する金属検出装置が従来よりあった。

【0003】 図 9 は、従来の金属検出装置の構成を示すブロック図である。

【0004】 この金属検出装置は、励磁回路 1 からの交流信号によって交番磁界を発生する送信コイル 2 と、送信コイル 2 からの磁束を等量ずつ受ける位置に配置された 2 つの受信コイル 3, 4 とを有している。

【0005】 受信コイル 3, 4 は、バランス抵抗 VR を介して差動接続されており、受信コイル 3, 4 に誘起される信号の差動出力信号は、検波回路 5 によって同期検波される。

【0006】 検波回路 5 の出力は、LPF (低域通過フィルタ) 6 によって励磁周波数を含む高周波成分が除去され、判定回路 7 に入力される。

【0007】 判定回路 7 は、送信コイル 2 と受信コイル 3, 4 の間と物品 W が通過する物品際の LPF 6 の出力を、所定の基準電圧と比較して、物品 W 内の金属の有無を判定する。

【0008】 位相可変回路 8 は、磁界に与える物品自信 (包装材を含む) の影響が最小となるように、差動出力信号の位相を可変するための回路であり、受信コイル 3, 4 と固定コンデンサ C_0 とによって励磁回路 1 の励磁周波数にほぼ近い共振特性をもたせ、位相データ信号に応じてオンオフするスイッチ $S_1 \sim S_6$ によってコンデンサ $C_1 \sim C_6$ を接続して、差動出力信号の位相を可変させる。

【0009】 この位相可変回路 8 は、検査する物品の種類に応じて予め調整され、この調整により物品に含まれている金属の有無を、物品自信の影響が最も少ない状態で判定することができる。

【0010】

【発明が解決しようとする課題】 しかしながら、前記のように、差動出力信号の位相を可変する従来の動続検出装置では、位相調整を受信同調周波数の可変によって行っているため、その調整量に応じて受信感度が変化してしまうという問題があった。

【0011】 また、前記のようにコンデンサによる切換調整では、最小可変容量に限界があり、最適値に調整できないという問題がある。

【0012】 このため、励磁回路の出力信号を正弦波に

変換して、可変抵抗と可変コンデンサによる積分回路に通して、その位相を可変できるようにし、この信号をさらに矩形波に戻して検波回路に出力するアナログ式の位相可変回路もあったが、抵抗やコンデンサの切換え制御が複雑で、これらのアナログ素子の温度変化やバラツキの影響を大きく受けるという問題があった。

【0013】本発明は、これらの課題を解決した金属検出装置を提供することを目的としている。

【0014】

【課題を解決するための手段】前記課題を解決するため、第1の発明の金属検出装置は、所定周波数の交流信号によって交番磁界を発生する磁界発生手段と、前記交番磁界内を通過する物品による磁束変化に対応した検出信号を出力する磁束変化検出手段と、前記磁界発生手段の交流信号と同一の繰り返し周波数で振幅が周期変化する信号を出力する信号発生回路と、前記信号発生回路からの出力信号を所定の直流電圧と比較するコンパレータと、前記所定の直流電圧または前記信号発生回路からの出力信号のバイアス電圧を、位相データに応じて可変する電圧可変手段と、前記コンパレータの出力パルスに同期し、該出力パルスと同一周波数のデューティ比1対1の矩形波信号を出力するタイマ回路と、前記磁束変化検出手段からの検出信号を、前記タイマ回路からの矩形波信号によって同期検波する検波回路と、前記検波回路からの検波出力に基づいて、前記物品に含まれる金属の有無を判定する判定手段とを備えている。

【0015】また、第2の発明の金属検出装置は、所定周波数の基準信号を $2N$ (N は整数) 分周した周波数の交流信号によって交番磁界を発生する磁界発生手段と、前記交番磁界内を通過する物品による磁束変化に対応した検出信号を出力する磁束変化検出手段と、前記基準信号と同一の繰り返し周波数で振幅が周期変化する信号を出力する信号発生回路と、前記信号発生回路からの出力信号を所定の直流電圧と比較するコンパレータと、前記所定の直流電圧または信号発生回路からの出力信号のバイアス電圧を、位相データに応じて可変する電圧可変手段と、前記コンパレータの出力パルスを $2N$ 分周して、デューティ比1対1の矩形波信号を出力する分周器と、前記磁束変化検出手段からの検出信号を、前記分周器からの矩形波信号によって同期検波する検波回路と、前記検波回路からの検波出力に基づいて、前記物品に含まれる金属の有無を判定する判定手段とを備えている。

【0016】また、第3の発明の金属検出装置は、所定周波数の交流信号によって交番磁界を発生する磁界発生手段と、前記交番磁界内を通過する物品による磁束変化に対応した検出信号を出力する磁束変化検出手段と、任意の位相データに対応した時間データを設定する時間データ設定手段と、前記磁界発生手段の交流信号と同一周波のパルス信号を受け、該パルス信号の一方のレベルへの状態遷移時点から、前記時間データ設定手段の時間デ

ータ分遅れた第1のタイミングに、出力パルスのレベルを一方のレベルにセットするセット手段と、前記第1のタイミングから前記パルス信号半周期分の時間だけ遅れた第2のタイミングに、前記セットされた出力パルスのレベルを他方のレベルにリセットするリセット手段と、前記セット手段およびリセット手段によってセット、リセットされる前記出力パルスによって、前記磁束変化検出手段からの検出信号を同期検波する検波回路と、前記検波回路からの検波出力に基づいて、前記物品に含まれる金属の有無を判定する判定手段とを備えている。

【0017】

【作用】第1の発明の金属検出装置では、位相データを変えると、これに応じてコンパレータへの直流電圧または信号発生回路のバイアス電圧が変化し、コンパレータの比較出力の位相が変化する。このため、位相データに対応した位相の矩形波信号が、タイマ回路から検波回路に出力されて、磁束変化検出手段からの検出信号が同期検波される。

【0018】また、第2の発明の金属検出装置では、基準信号を $2N$ 分周した周波数の交流信号によって交番磁界が発生され、基準信号と同一の繰り返し周波数で振幅が周期変化する信号が、信号発生回路からコンパレータに出力される。

【0019】位相データが変わると、コンパレータへの直流電圧または信号発生回路の出力信号のバイアス電圧が変化し、コンパレータの比較出力の位相が変化する。このため、位相データに対応した位相を有し、 $2N$ 分周されたデューティ比1対1の矩形波信号が分周器から検波回路へ出力され、磁束変化検出手段からの検出信号が同期検波される。

【0020】また、第3の発明の金属検出装置では、磁界発生手段の交流信号と同一周波数のパルス信号を受けてから時間データ分遅れた第1のタイミングに一方のレベルにセットされ、それよりパルス信号の半周期分遅れた第2のタイミングにリセットされる出力パルスが、検波回路に出力され、磁束変化検出手段からの検出信号が同期検波される。

【0021】

【第1の実施例】以下、図面に基づいて本発明の第1の実施例を説明する。

【0022】図1は、第1の実施例の金属検出装置の構成を示す図である。

【0023】図1において磁界発生部20は、基準信号発生器21から出力される所定周波数 f の基準パルス信号を、フィルタ回路22に通して正弦波信号に変換して励振回路23へ入力し、励振回路23によって送信コイル24を励磁する。

【0024】磁束変化検出部25は、送信コイル24から発生する磁束を等量ずつ受ける位置に並んで配置された受信コイル26、27と、受信コイル26、27に誘

起される信号を、差動増幅する差動増幅器28とによって構成され、2つの受信コイル26、27は、コンデンサC₀によって、基準パルス信号の周波数fに同調している。

【0025】一方、この基準パルス信号は、基準パルス信号と同一周波数の矩形波信号を任意の位相で出力するための位相可変回路30へ入力されている。

【0026】位相可変回路30は、位相データ設定手段31と、位相データ設定手段31に設定された位相データD_pに対応する直流電圧V_pを出力するD/A変換器32と、D/A変換器32の出力を一方の入力端子に入力されたコンパレータ33と、基準パルス信号に同期した周波数fの三角波信号をコンパレータ33の他方の入力端子へ出力する三角波信号発生回路34と、コンパレータ33の出力によって起動されるタイマ回路38によって構成されている。

【0027】この実施例の信号発生回路を形成する三角波発生回路34は、例えば、図2に示すように、第1の定電流源35と第2の定電流源36とを、基準パルス信号のレベル反転に同期して切換わるスイッチ37を介してコンデンサCに交互に接続させて、コンデンサCに対する充電と放電を繰り返し行ない、コンデンサCの端子電圧を対称な三角波状に変化させている。

【0028】また、タイマ回路38は、コンパレータ33の出力の立上りから基準パルス信号の半周期分に等しいパルス幅（デューティ比1対1）の矩形波信号を出力するように予め設定されており、例えば、モノマルチ回路あるいはプリセット型のカウンタで構成されている。

【0029】タイマ回路38からの矩形波信号は、検波回路40に入力されている。検波回路40は、磁束変化検出部25からの差動出力信号を、タイマ回路38からの矩形波信号で同期検波し、その検波出力をLPF41へ出力する。

【0030】LPF41は、検波出力に含まれる低周波成分のみを通過させて、判定回路42へ出力する。

【0031】判定回路42は、LPF41からの出力信号と、予め設定されたレベルとを比較して、送信コイル24と受信コイル26、27の間を通過する物品に金属が混入しているか否かを判定する。

【0032】この判定回路42の判定結果は、図示しない選別装置等に送られ、金属の混入した不良物品と良品との選別に利用される。

【0033】次に、この金属検出装置の動作を説明する。

【0034】例えば、図3に示すように、鉄金属Fの混入している物品Wが、交番磁界内に進入すると、一方の受信コイル26側へ磁束が集中するため、差動出力が生じる。

【0035】一方、図4の(a)に示す基準パルス信号に対して、位相可変回路30の三角波発生回路34から

は、同図の(b)に示す三角波信号が出力されるため、コンパレータ33の出力は、同図の(c)に示すように、この三角波信号が位相データD_pに対応した直流電圧V_pより大きい期間ハイ(H)レベルとなる。

【0036】このため、タイマ回路38からは、同図の(d)に示すように、コンパレータ出力の立上りに同期して立上り、基準パルス信号の半周期分の期間ハイ(H)レベルとなるデューティ比1対1の矩形波信号が出力されることになる。

【0037】したがって、タイマ回路38からの矩形波信号の位相は、基準パルス信号より常にTだけ遅れた位相となり、直流電圧V_pを変えれば（位相データD_pを可変すれば）、その位相遅れも比例して変化する。

【0038】これに対し、差動出力信号の位相は、基準パルスに対して一定であるため、位相データD_pを可変すれば、差動出力信号に対する矩形波信号の位相が相対可変されたことになる。

【0039】したがって、予め、物品W自信による磁束への影響が最も少なくなる位相データD_pを設定しておけば、検波回路40の混入金属に対する検出感度が高くなる。

【0040】このようにして、最適な位相で同期検波された出力は、LPF41を介して判定回路42へ送られる。

【0041】判定回路42では、図5に示すように、混入されている鉄金属Fの移動にともなう変化検出信号と、所定の判定規準値Hとが比較され、金属の混入が検出される。

【0042】

【第2の実施例】前記実施例では、規準パルス信号と同一周波数fでデューティ比1:1の矩形波を出力するように、タイマ回路38を予め調整等によって設定していたが、この調整を不要にした例を、第2の実施例として以下に説明する。

【0043】図6は、第2の実施例の金属検出装置の構成を示している。なお、第1の実施例と同一のものについては同一符号を付して説明を省略する。

【0044】この金属検出装置では、基準信号発生器21から、周波数2fの基準パルス信号を出力させ、この基準パルス信号を第1の分周器50によって1/2に分周してフィルタ回路22へ出力する。

【0045】この周波数2fの基準信号は、位相可変回路30の三角波発生回路34入力され、また、コンパレータ33の出力は、第2の分周器51を介して1/2に分周されて、検波回路40へ供給される。

【0046】このように構成された金属検出装置では、前記第1の実施例と同様に、送信コイル24は周波数fの交流信号によって励磁され、受信コイル26、27の差動出力は、検波回路40に入力される。

【0047】一方、三角波発生回路34は、図7の

(a) に示す周波数 $2f$ の基準パルス信号を受け、この信号に同期した周波数 f の三角波信号を、同図の (b) に示すように出力する。

【0048】この三角波信号は、コンパレータ33においてD/A変換器32からの直流電圧 V_p と比較され、コンパレータ33から、同図の (c) に示すパルス信号が出力される。

【0049】第2の分周器51は、同図の (d) に示すように、コンパレータ33の出力パルスの立上がり毎にレベルが反転する周波数 f の矩形波信号をデューティ比1対1で分周出力する。

【0050】この矩形波信号の位相は、位相データ D_p に対応した直流電圧 V_p の変化に追従して可変される。

【0051】一方、第1の分周器50の分周信号の位相は一定であるため、第2の分周器51からの矩形波信号の位相は、差動出力信号の位相に対して相対的に可変されることになる。

【0052】したがって、前記第1の実施例と同様に、物品による磁界への影響が最も小さくなるように位相データ D_p を設定すれば、高い検出感度で混入金属を検出することができる。

【0053】また、この第2の実施例では、基準パルス信号の周波数を任意に可変した場合でも、第2の分周器51からは、常に送信コイル24の励磁している交流信号の周波数と等しい周波数でデューティ比1対1の矩形波信号が得られる。

【0054】このため、前記第1の実施例のタイマ回路38のように時定数の調整やプリセット値の設定等をしなくて済み、より安定で調整箇所の少ない金属検出装置を実現できる。

【0055】なお、この実施例では、第1、第2の分周器50、51の分周比が2の場合について説明したが、分周器の一般的な回路構成を考慮すると、その分周比が偶数、即ち $2N$ (N は整数) であれば、分周器の最後段に2分周器を設けることによってデューティ比1対1の矩形波を出力できる。

【0056】なお、前記第1、第2の実施例では、位相データに対応した直流電圧と、三角波信号との比較出力をタイマ回路あるいは分周器に入力していたが、図8に示すような処理手順を繰返し実行するCPUによって、位相可変回路を構成するようにしてもよい。

【0057】即ち、基準パルスの立上がタイミングが検知されたら、タイマをスタートさせ、予め位相データに対応した設定された時間データ D_t が経過したタイミング (第1のタイミング) に出力パルスをハイ (H) レベルにセットし、タイマをスタートさせる。

【0058】そして、このタイマ時間が基準パルスの半周期分 T_0 に達したタイミング (第2のタイミング) に出力パルスのリセットを行う。

【0059】この処理を行うことにより、デューティ比

1 : 1 の矩形波信号を検波回路40に出力することができ、時間データ D_t を可変すれば、差動出力信号に対する矩形波信号 (出力パルス) の位相を微細に可変できる。

【0060】また、このタイマ時間 T_0 を、基準パルス信号の周波数に追従して可変設定できるようにしておけば、前記第2の実施例と同様に無調整化が可能となる。

【0061】また、前記第1、第2の実施例では、三角波信号に対する直流電圧の可変によって、矩形波の位相を可変するようしていたが、これは本発明を限定するものではなく、入力されるパルス信号に同期して振幅が周期変化する信号であればよく、非対称な三角波 (のこぎり波) や正弦波でもよい。また、コンパレータに対する直流電圧を固定して、三角波信号のバイアス電圧を位相データに応じて可変するようにしてもよい。

【0062】なお、前記各実施例では、交番磁界を発生する送信コイル24に対向する位置に2つの受信コイル26、27を配置し、その間に物品を通過させるようしていたが、これは、本発明を限定するものでなく、例えば、送信コイルをはさむ位置に2つの受信コイルを同軸状に並べ、物品を各コイルの中を通過させるようにしてもよく、また、大径の送信コイルの内側に小径の受信コイルを並べるように配置してもよい。

【0063】さらに、磁束変化を検出するためのセンサとして、受信コイルの代りに磁気センサ (ホール素子等) を用いてもよい。

【0064】また、前記実施例では、三角波信号を定電流源による充放電によって発生させていたが、抵抗とコンデンサによる積分回路に基準パルスで直接充放電を行うようにしてもよい。

【0065】

【発明の効果】第1の発明の金属検出装置は、前記説明のように、交番磁界を発生させる交流信号と同一の繰返し周波数で振幅が周期変化する信号と、位相データに対応した直流電圧とをコンパレータによって比較し、その比較出力に同期したデューティ比1対1の矩形波信号をタイマ回路から検波回路へ出力して、磁束変化検出手段からの検出信号を同期検波するように構成されている。

【0066】また、第3の発明の金属検出装置は、交番磁界を発生させる交流信号と同一周波数のパルス信号の立上り (立下がり) から、位相データに対応した時間データ分遅れた第1のタイミングに、出力パルスを一方のレベルにセットし、さらにパルス信号の半周期分遅れた第2のタイミングに、出力パルスを他方のレベルへリセットして得られるデューティ比1対1の矩形波信号によって、検出信号を同期検波している。

【0067】このため、位相データを可変することで、検出信号に対する矩形波信号の相対位相を、格段に細かい精度で任意に可変設定でき、高感度で安定した金属検出を行うことができる。

【0068】また、第2の発明の金属検出装置は、基準信号を2N分周した周波数の交流信号によって交番磁界を発生させ、基準信号と同一の繰返し周波数で振幅が周期変化する信号と位相データに応じた直流電圧とをコンパレータによって比較し、その比較出力を分周器によって2N分周して検波回路へ出力するように構成されている。

【0069】このため、前記効果に加えて、基準信号の周波数の変化に無調整で追従する安定な矩形波信号を常に検波回路へ出力できるという格別の効果がある。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の第1の実施例の構成を示すブロック図である。

【図2】第1の実施例の要部の回路例を示す図である。

【図3】第1の実施例の動作を説明するための概略図である。

【図4】第1の実施例の要部の動作を説明するためのタイミング図である。

【図5】第1の実施例の要部の動作を説明するためのタイミング図である。

【図6】本発明の第2の実施例の構成を示すブロック図である。

【図7】第2の実施例の要部の動作を説明するためのタイミング図である。

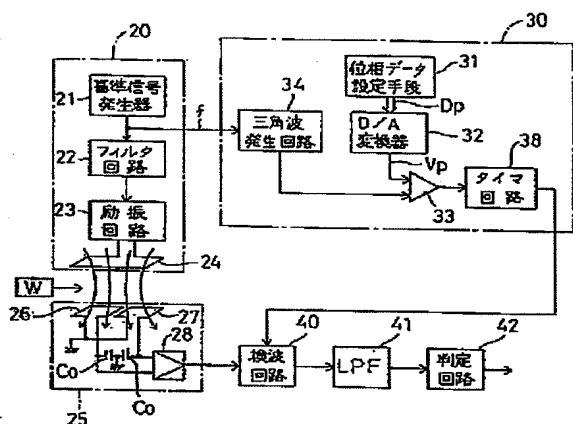
【図8】本発明の他の実施例の処理手順を示すフローチャートである。

【図9】従来装置の構成を示すブロック図である。

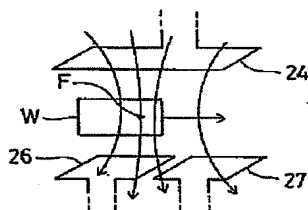
【符号の説明】

- 20 磁界発生部
- 25 磁束変化検出部
- 30 位相可変回路
- 31 位相データ設定手段
- 32 D/A変換器
- 33 コンパレータ
- 34 三角波発生回路
- 38 タイマ回路
- 40 検波回路
- 42 判定回路
- 50 第1の分周器
- 51 第2の分周器

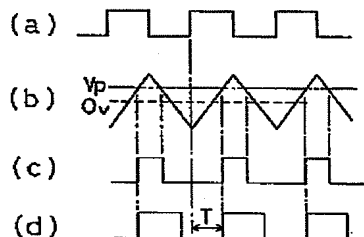
【図1】



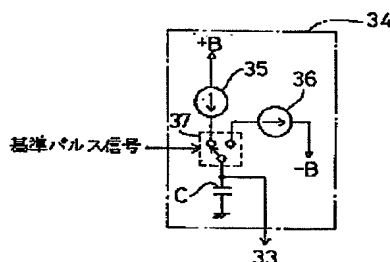
【図3】



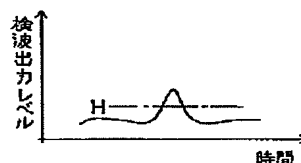
【図4】



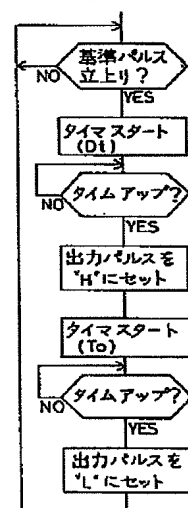
【図2】



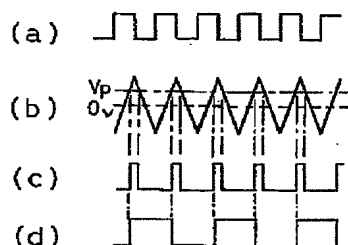
【図5】



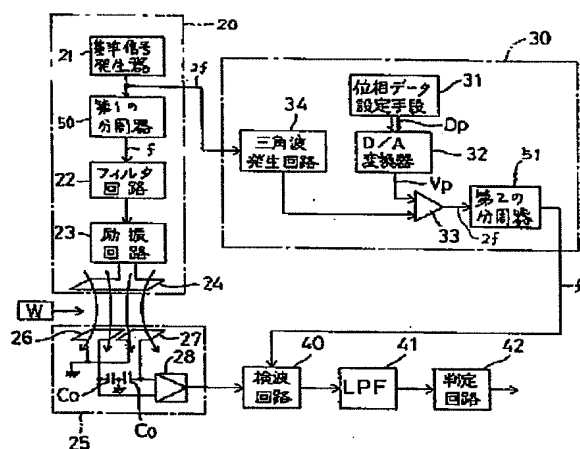
【図8】



【図7】



【図 6】



【図 9】

